

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08093944 A**

(43) Date of publication of application: **12.04.96**

(51) Int. Cl.

**F16K 31/02**  
**H01L 41/083**

(21) Application number: **06233172**

(71) Applicant: **JAPAN ATOM ENERGY RES INST**

(22) Date of filing: **28.09.94**

(72) Inventor: **HIRATSUKA HAJIME**

(54) **LAMINATED PIEZOELECTRIC ACTUATOR TYPE  
PIEZOELECTRIC ELEMENT VALVE**

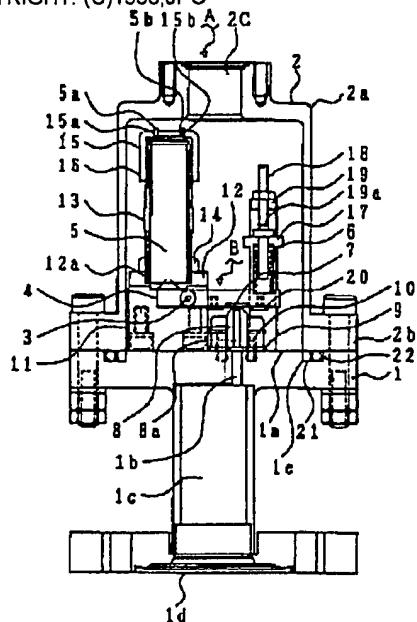
surface side of the arm.

COPYRIGHT: (C)1996 JPO

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To secure the stable outflow of a gas without changing the characteristics of a laminated type piezoelectric element such as the displacement to an applied voltage caused by the kind or temperature of the gas, or the producing force thereof, and interrupt an applied voltage even when the laminated type piezoelectric element is displaced by an impact and the like by the residual distortion or high speed expansion-contraction to eliminate the possibility of its igniting the combustible gas.

**CONSTITUTION:** The working end part of a laminated piezoelectric actuator 5 having a laminated type piezoelectric element and an inert gas sealed in an expansible and contractible metal bellows is brought into contact with one side of the upper surface of an arm 4 rotatable with a pivot pin 3 as supporting point, a returning elastic force imparting means is brought into contact with the other side of the upper surface of the arm, and the head part of a valve seat 8 is brought into contact with a seal member 7 provided on the lower



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-93944

(43) 公開日 平成8年(1996)4月12日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 1 6 K 31/02

A

H 0 1 L 41/083

H 0 1 L 41/ 08

R

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-233172

(22) 出願日 平成6年(1994)9月28日

(71) 出願人 000004097

日本原子力研究所

東京都千代田区内幸町2丁目2番2号

(72) 発明者 平塚 一

茨城県那珂郡那珂町大字向山801番地の1

日本原子力研究所那珂研究所内

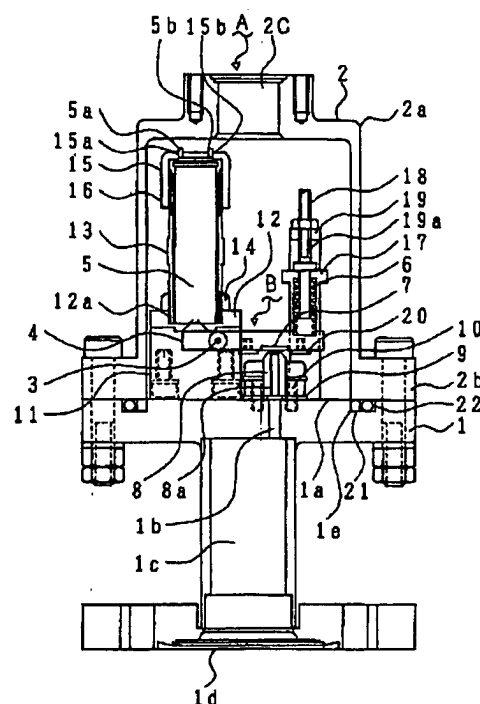
(74) 代理人 弁理士 西澤 利夫

(54) 【発明の名称】 積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 ガスの種類、温度等による積層型圧電素子の印加電圧に対する変位量、発生力等の特性を変化させることがなく、安定したガスの流出を確保するとともに、積層型圧電素子の残留歪みや高速伸縮による衝撃等により変位を生じた場合でも、発生電圧を遮断して可燃性のガスに着火させる恐れがないてこ式積層型圧電素子弁を提供する。

【構成】 枢支ピン3を支点として回動可能なアーム4の上面側的一方に伸縮可能な金属製ベローズ内に積層型圧電素子と不活性ガスを封入してなる積層圧電アクチュエータ5の作用端部が当接され、アームの上面側の他方に復帰用の弾性力付与手段が当接され、アームの下面側に設けられたシール部材7に弁座8の頭部が当接される。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 中間部に枢支ピンを有し、この枢支ピンを支点として回動可能とされたアームの上面側の一方に積層型圧電素子の作用端部が当接されるとともに、アームの上面側の他方には復帰用の弾性力付与手段が当接され、かつ、アームの下面側に設けられたシール部材には弁座の頭部が当接され、積層型圧電素子へ電圧を印加することにより積層型圧電素子を伸縮させ、この伸縮を積層型圧電素子の作用端部を介してアームに伝達し、枢支ピンを支点としてアームを回動させ、アームのシール部材と弁座との間に間隙を生じさせることで、この間隙を通しガスを弁座から流出させる積層型圧電素子弁において、不活性ガスを封入する伸縮可能な金属ケース内に積層型圧電素子が収納された積層圧電アクチュエータが具備されていることを特徴とする積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁。

【請求項2】 積層圧電アクチュエータの伸縮可能な金属ケースがベローズであって、積層圧電アクチュエータの作用端部にはアームとの当接用錐状凹部が設けられ、アームには該当接用錐状凹部に当接する錐状凸部が設けられたことを特徴とする請求項1記載の積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁。

【請求項3】 シール部材がアームの下面側に設けられた凹部に配設されるとともに、弁座の頭部を受け入れる孔が穿設されたシール部材押え板を介し、このシール部材をアームに固定したことを特徴とする請求項1または2記載の積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁。

【請求項4】 弁座が出側フランジの上面盤の出側フランジの軸心より偏心した位置に固定されたことを特徴とする請求項1、2、または3記載の積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、積層圧電アクチュエータを用いた圧電素子弁に関するものである。さらに詳しくは、この発明は、核融合装置への原料ガス注入設備における原料ガス注入弁、真空試験装置の圧力調整におけるガス制御弁等に好適な積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 核融合装置への原料ガス注入設備における原料ガス注入弁、真空試験装置の圧力調整におけるガス制御弁としては、従来より、ピエゾ効果（圧電効果）を利用した、（a）バイモルフ型圧電素子を用いた圧電素子弁や、（b）積層型圧電素子を用いた積層型圧電素子弁および流量制御型圧電素子弁等のような圧電素子弁が利用されている。

【0003】 このうちの（a）バイモルフ型圧電素子弁の一例を示したものが図6である。この図6に示したように、出口側フランジ（31）の上面盤の中央部に弁座

2

（32）が固定され、この弁座（32）の頭部には、円盤形状のバイモルフ型圧電素子（33）の中央部に配設されたシール部材（34）が当接している。また、このバイモルフ型圧電素子（33）は絶縁板（35）上に載置され、押え板（36）で固定されており、絶縁板（35）は調整座（37）を介し出口側フランジ（31）に固定されている。バイモルフ型圧電素子（33）の中央部にはバイトン、ニトリルゴム等からなるシール部材（34）が接着剤等により固定されている。このシール部材（34）の上面にはスプリング（38）が当接され、その下方への付勢力によりシール部材（34）の下面と弁座（32）の頭部とが当接し、ガスが流出しないように封止されている。そして、バイモルフ型圧電素子（33）に直流電圧を印加することで、バイモルフ型圧電素子（33）の中央付近に変位を集中させスプリング（38）による付勢力に抗し上方に向けてバイモルフ型圧電素子（33）を円弧状に変形させ、弁座（32）とシール部材（34）とを離間させて両者の間に間隙を生じさせることで、この間隙を通してガスを入口側フランジ（39）のガス導入管部（39a）から出口側フランジ（31）のガス導出管部（31a）に流出させることができるようにしている。

【0004】 また、（b）積層型圧電素子を用いた積層型圧電素子弁および流量制御型圧電素子弁は、その作動原理によって、図7に示されるように積層型圧電素子の伸縮によりシール部材を弁座から接離させるようにしたリフト式の積層型圧電素子弁と、図8および9に示されるように積層型圧電素子の伸縮をアームに伝達し、てこの原理を利用してアームを回動させシール部材を弁座から接離させるようにした、てこ式積層型圧電素子弁および流量制御型圧電素子弁とに大別される。

【0005】 図7に示したリフト式の積層型圧電素子弁においては、出口側フランジ（41）の上面盤の中央部に弁座（42）が固定され、この弁座（42）の頭部には下部ブラケット（43）に設けられた弁体（44）に接着されたシール部材（45）が当接している。下部ブラケット（43）は連結ボルト（46）、（46）によって上部ブラケット（47）に連結され、上部ブラケット（47）は発生力の大きい積層型圧電素子（48）、または、類似の特性を有する積層型圧電素子を2個以上直列に接続したものの上端面によって支持され、これによって下部ブラケット（43）は吊り上げられるようになっている。積層型圧電素子（48）の下端面は受座（49）上に配設されており、上部ブラケット（47）はスプリング（50）によって下方に付勢されており、弁座（42）の頭部と下部ブラケット（43）に設けられたシール部材（45）とが当接しガスが流出しないように封止している。受座（49）は出側フランジ（41）の上面盤に固定されている。こういったことから弁自体の構造が大型となっている。そして、積層型圧電素

子(48)に直流電圧を印加することで、積層型圧電素子(48)をスプリング(50)に抗し伸長させ、上部ブラケット(47)、連結ボルト(46)、(46)、下部ブラケット(43)を上方に持ち上げ、シール部材(45)と弁座(42)の頭部とを離間させて両者の間に間隙を生じさせることで、この間隙を通してガスを入口側フランジ(51)のガス導入管部(51a)から出口側フランジ(41)のガス導出管部(41a)に流出させることができるようにしている。

【0006】図8に示したてこ式積層型圧電素子弁においては、出側フランジ(61)の上面盤の中央部に弁座(62)が固定され、該弁座(62)の頭部には弁体(63)の下端に設けられたシール部材(64)が当接している。弁体(63)は、受座(65)に設けられた枢支ピン(66)を支点として回動可能なアーム(67)のほぼ中央部にねじ等により固定され、受座(65)の弁体貫通孔を通して下方に突出している。受座(65)は出側フランジ(61)の上面盤に固定されている。アーム(67)の一端と縦置きされた1個の積層型圧電素子(68)の下端面とはピン(69)によって回動可能にされた素子取付板(72)を介して連結されており、積層型圧電素子(68)の上端は受座(65)に立設された素子受座(65)に設けられた素子取付板(72)に固定されている。また、アーム(67)の他端は、スプリング(73)によって下方に付勢されている。そして、積層型圧電素子(68)に直流電圧を印加することで、積層型圧電素子(68)を伸長させ枢支ピン(66)を支点としてスプリング(73)の付勢力に抗してアーム(67)を回動させ、シール部材(64)と弁座(62)の頭部とを離間させて両者の間に間隙を生じさせ、この間隙を通してガスを入口側フランジ(74)のガス導入管部(74a)から出口側フランジ(61)のガス導出管部(61a)に流出させることができるようにしている。

【0007】図9に示したてこ式流量制御型圧電素子弁においては、出側フランジ(81)の上面盤の中央部に弁座(82)が固定され、この弁座(82)の頭部にはL字型アーム(83)の下面に接着されたシール部材(84)が当接している。このL字型アーム(83)は、出側フランジ(81)の上面盤に立設された受座(85)に設けられた枢支ピン(86)を支点として回動可能となっている。また、L字型アーム(83)の垂直部と横置きされた積層型圧電素子(87)の一端面はピン(88)によって回動可能にされた素子取付板(89)を介して連結されており、積層型圧電素子(87)の他端面はコの字型の素子受座(90)に固定されている。また、L字型アーム(83)の他端は、スプリング(91)によって下方に付勢されている。弁座(82)には圧力変換器(92)が横設されている。そして、積層型圧電素子(87)に直流電圧を印加することで、積

層型圧電素子(87)を伸長させ枢支ピン(86)を支点としてスプリング(91)の付勢力に抗してL字型アーム(83)を回動させ、シール部材(84)と弁座(82)の頭部とを離間させて両者の間に間隙を生じさせ、この間隙を通してガスを入口側フランジ(93)のガス導入管部(93a)から出口側フランジ(81)のガス導出管部(81a)に流出させる。その際、弁座(82)に横設された圧力変換器(92)によって流量を絶えずモニターし、所定量のガスを流出させるように積層型圧電素子(87)に印加する直流電圧を制御することができる。これら、積層型圧電素子弁のシール部材としては、主にバイトン、ニトリルゴム等のゴム類が使用され、弁座と対向する部位に接着剤等によって固定されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図6に示したような従来のバイモルフ型圧電素子弁は、前述の如くバイモルフ型圧電素子(33)への直流印加電圧を制御することで、バイモルフ型圧電素子(33)の中央付近に変位を集中させ、スプリング(38)による付勢力に抗し上方に向けてバイモルフ型圧電素子(33)を円弧状に変形させ、弁座(32)とシール部材(34)とを離間させて両者の間に間隙を生じさせることで、この間隙を通してガスを入口側フランジ(39)のガス導入管部(39a)から出口側フランジ(31)のガス導出管部(31a)に流出させ、他方、印加電圧を解除することでスプリング(38)の付勢力によりシール部材(34)と弁座(32)の頭部とを当接させてガスの流出を阻止しているが、ガスが可燃性の場合、バイモルフ型圧電素子(33)が着火源になる可能性がある。また、使用するガスの種類、温度等によっては、ガスがバイモルフ型圧電素子(33)の特性に影響を与え、バイモルフ型圧電素子(33)の印加電圧に対する変位量、発生力等が変化し、印加電圧による弁座(32)の頭部とシール部材(34)との間の間隙が変わってしまい、流出量が不安定になるという問題がある。

【0009】図7、図8および図9に示した積層型圧電素子弁においては、ガスが可燃性の場合、積層型圧電素子の残留歪みや積層型圧電素子的高速伸縮による衝撃等により変位を生じ、その際の発生電圧によって可燃性のガスが着火する可能性がある。そして、使用するガスの種類、温度等によっては、ガスが積層型圧電素子の特性に影響を与え、積層型圧電素子の印加電圧に対する変位量、発生力等が変化し、印加電圧による弁座の頭部とシール部材との間の間隙が当初と比べ変わってしまう。その結果、流出量が不安定になるという問題がある。また、積層型圧電素子弁においては、積層型圧電素子の印加電圧による伸縮および発生力が下部ブラケット(43)、アーム(67)、L字型アーム(83)に面接触により伝達されるようになってい

化により、積層型圧電素子との当接面が不安定になり、積層型圧電素子の印加電圧による伸縮が弁体(44)、(63)に均一にしかも安定して伝達されず、その結果、ガスの流量が不安定になる。

【0010】また、シール部材は、バイモルフ型圧電素子(33)の中央部、下部ブラケット(43)に設けられた弁体(44)、アーム(67)に設けられた弁体(63)、または、L字型アーム(83)の下面に接着固定されていることから、接着剤の劣化により、または、圧電素子の高速伸縮による弁座の頭部とシール部材との高速当接または離間、スプリングの高速応答動作による振動の発生等により、シール部材と弁座の頭部との当接位置がずれたり、または、シール部材が剥離したりして、ガスのシールリークが発生したりするという問題があった。

【0011】なお、積層型圧電素子弁の中には、シール部材としてテトラフルオロエチレンやポリイミド樹脂を下部ブラケット(43)、アーム(67)、L字型アーム(83)にビス等で固定することも採用されているが、ビス等が弛みやすくシール部材を頻繁に取り替えなければならないといった使用上の煩雑さがあった。そこで、この発明は、上記の通りの従来技術の欠点を解決するためなされたものであって、ガスの種類、温度等による積層型圧電素子の印加電圧に対する変位量、発生力等の特性を変化させることがなく、安定したガスの流出を確保することができ、積層型圧電素子の残留歪みや積層型圧電素子の高速伸縮による衝撃等により変位を生じた場合でも、発生電圧を遮断することができ、可燃性のガスに着火する恐れがないものとし、さらには、積層型圧電素子の高速伸縮による弁座の頭部とシール部材との高速当接または離間、スプリングの高速応答動作による振動の発生等により、シール部材と弁座の頭部との当接位置がずれたり、シール部材が剥離したり、ガスのシールリークが発生したりすることがない、小型で簡素な構造のてこ式積層型圧電素子弁を提供することを目的としている。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するものとして、この発明は、中間部に枢支ピンを有し、この枢支ピンを支点として回動可能とされたアームの上面側の一方に積層型圧電素子の作用端部が当接されるとともに、アームの上面側の他方には復帰用の弾性力付与手段が当接され、かつ、アームの下面側に設けられたシール部材には弁座の頭部が当接され、積層型圧電素子へ電圧を印加することにより積層型圧電素子を伸縮させ、この伸縮を積層型圧電素子の作用端部を介してアームに伝達し、枢支ピンを支点としてアームを回動させ、アームのシール部材と弁座との間に間隙を生じさせることで、この間隙を通しガスを弁座から流出させる積層型圧電素子弁において、不活性ガスを封入する伸縮可能な金属ケ

ース内に積層型圧電素子が収納された積層型圧電アクチュエータが具備されていることを特徴とする積層型圧電アクチュエータ型圧電素子弁(請求項1)を提供する。

【0013】また、この発明は、上記の圧電素子弁において、積層型圧電アクチュエータの伸縮可能な金属ケースがベローズであって、積層型圧電アクチュエータの作用端部にはアームとの当接用錐状凹部が設けられ、アームには該当接用錐状凹部に当接する錐状凸部が設けられていること(請求項2)や、シール部材がアームの下面側に設けられた凹部に配設されるとともに、弁座の頭部を受け入れる孔が穿設されたシール部材押え板を介し、このシール部材をアームに固定すること(請求項3)、弁座が出側フランジの上面盤の出側フランジの軸心より偏心した位置に固定されていること(請求項4)等をその態様としている。

#### 【0014】

【作用】上記の通りの請求項の発明では、積層型圧電素子へ直流電圧を印加することにより積層型圧電アクチュエータを伸縮させ、この伸縮を積層型圧電アクチュエータの作用端部を介してアームに伝達し、枢支ピンを支点としてアームを回動させ、アームのシール部材と弁座との間に間隙を生じさせることにより、この間隙を通しガスを弁座から流出させ、また、直流電圧の印加を停止させることで、復帰用の弾性力付与手段の付勢力によりアームのシール部材が弁座の頭部を封止しガスの流出が停止される。その際、積層型圧電素子が、不活性ガスを封入する伸縮可能な金属ケース内に収納されていることから、積層型圧電素子がガスと直接接触することがなくなり、ガスの種類、温度等による積層型圧電素子の印加電圧に対する変位量、発生力等の特性の変化を防止でき、圧電素子の変位量、および、発生力等を一定化することで、安定したガスの流出を確保することができるとともに、積層型圧電素子の残留歪みや積層型圧電素子の高速伸縮による衝撃等により変位を生じた場合でも、発生電圧を遮断することができる。可燃性のガスに着火させる恐れがなくなる。

【0015】また、請求項2の発明によれば、構造が簡単なベローズにより積層型圧電素子が不活性ガス中に封入され、積層型圧電素子の伸縮が支障なく行うことができる。請求項3の発明によれば、シール部材をシール押え板により、確実、かつ、堅固にアームに固定することができる。積層型圧電素子の高速伸縮による弁座の頭部とシール部材との高速当接または離間、スプリングの高速応答動作による振動の発生等により、シール部材と弁座の頭部との当接位置がずれたり、シール部材が剥離したり、ガスのシールリークが発生したりすることがなく、シール性が向上できる。

【0016】さらにまた、請求項4の発明によれば、弁座が出側フランジの上面盤の出側フランジの軸心より偏心した位置に固定されていることから、積層型圧電アクチ

ューエータ型圧電素子弁全体が小型化できる。

【0017】

【実施例】以下、実施例を示し、さらに詳しくこの発明について説明する。もちろんこの発明は以下の例によって限定されるものではない。すなわち、添付した図面の図1は積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁の断面図、図2は積層圧電アクチュエータの側面図、図3は弁座の断面図、図4はアームの側面図、図5はシール部材押え板の断面図である。

【0018】図1に例示したように、この発明の積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁(A)は、後述する積層圧電アクチュエータを用いた弁機構(B)を備えた出口側フランジ(1)の上面盤(1a)と、弁機構を収納することのできるケーシング部(2a)を有する入口側フランジ(2)の環状部(2b)とが対接され、ボルトとナットにより一体化された構造とされている。

【0019】弁機構(B)は、中間部に枢支ピン(3)を有し、この枢支ピン(3)を支点として回動可能とされたアーム(4)の上面側の一方に積層圧電アクチュエータ(5)の作用端部が当接され、アーム(4)の上面側の他方にはスプリング(6)が当接され、アーム(4)の下面側に設けられたシール部材(7)には弁座(8)の頭部が当接されている。

【0020】弁座(8)は、図3にも例示したように、軸方向にガス流出孔(8a)が穿設された円錐状の頭部を有する管状部(8b)と、加工、メンテナンスを容易とするための矩形状のフランジ部(8c)とを備えており、このフランジ部(8c)を出口側フランジ(1)の上面盤(1a)に載置しボルトで固定している。弁座のガス流出孔(8a)は、出口側フランジ(1)の上面盤(1a)の出口側フランジ(1)の軸心より所定量偏心した位置に穿設されたガス導出孔(1b)と連通するように合致され、リテーナリング(9)とOリング(10)とを介して弁座(8)が出口側フランジ(1)の上面盤(1a)に固定される。

【0021】また、出口側フランジ(1)の上面盤(1a)には一対の支持部材(11)が立設されており、この支持部材(11)には両側に立脚部を有するブロック(12)が横架され、ボルトで固定されている。ブロック(12)の上盤には積層圧電アクチュエータ(5)を収納するカバー(13)の下部外周に刻設された雄ねじ部が螺設できる雌ねじ孔(12a)が穿設され、立脚部にはアーム(4)の枢支ピン(3)が架設されている。

【0022】積層圧電アクチュエータ(5)を収納するカバー(13)は筒状をしており、その外周上部にも雄ねじが刻設されている。このカバー(13)の下部の雄ねじはブロック(12)の雌ねじ孔(12a)に螺合され、固定ナット(14)を締め付けることでブロック(12)にカバー(13)が固定されている。一方、上部の雄ねじにはカップ状をした調整ナット(15)が螺

合され、固定ナット(16)を締め付けることで積層圧電アクチュエータ(5)の軸方向長さを調整し、調整ナット(15)をカバー(13)に固定している。調整ナット(15)の頂部には積層型圧電素子(5d)の端子(5a)、(5b)を露呈させるための端子孔(15a)、(15b)が穿設されている。この端子(5a)、(5b)は、出口側フランジ(1)に設けられた図示されていない電流導入端子と電気的接続され、外部から積層型圧電素子(5d)に直流電圧を印加することができるようになっている。

【0023】積層圧電アクチュエータ(5)は、図2にも例示したように、金属製ベローズ(5c)の中に積層型圧電素子(5d)が不活性ガスとともに封入されており、積層型圧電素子(5d)への直流電圧の印加による伸縮に応じて容易にベローズ(5c)が伸縮できるようになっている。そして、このベローズ(5c)と積層型圧電素子(5d)の下面には、図4に示したアーム(4)の円錐状凸部(4a)が当接する円錐状凹部(5e)が設けられている。ベローズ(5c)の頂面から積層型圧電素子(5d)の端子(5a)、(5b)が突出されており、ベローズ(5c)内に封入される不活性ガスが漏洩しないように適宜の封入手段によって封入されている。なお、不活性ガスとしては、He、Ar、Ne等が利用できる。

【0024】アーム(4)は枢支ピン(3)によって回動可能とされており、枢支ピン(3)の左側のアーム(4)上面には積層圧電アクチュエータ(5)の下面に設けられた円錐状凹部(5e)に当接する円錐状凸部(4a)が突設されている。なお、これら凹凸部は円錐状に限定されず、当接が容易となる形状ならば他の錐状であってもよい。枢支ピン(3)の右側のアーム(4)の上面にはスプリング(6)の下端が当接する円形の凹部(4b)が刻設されている。

【0025】スプリング(6)は、その付勢力によってアーム(4)を時計方向に回動するようになっている。スプリング(6)の上端にはバネ押え(17)が当接されており、このバネ押え(17)には調整ねじ(18)が設けられ、調整ねじ(18)を回動することで付勢力を調整することができるようになっている。この調整ねじ(18)は出口側フランジ(1)の上面盤(1a)にアーム(4)および弁座(8)を跨いで立設されたバネホルダー(19)のブリッジ部に穿設された雌ねじ(19a)に螺合している。

【0026】一方、アーム(4)の下面の弁座(8)の頭部に対接する位置には凹部(4c)が設けられ、この凹部(4c)にはシール部材(7)が配設されている。そして、シール部材(7)は押え板(20)によってアーム(4)下面に固定されている。押え板(20)は矩形状をしており、ほぼ中央部には弁座(8)の頭部が嵌挿される円形の孔(20a)が穿設されるとともにア

ム(4)下面に固定するためのねじ孔が穿設されている。図5に例示したように、円形の孔(20a)は弁座(8)の円錐状頭部を受け入れるため、円錐状頭部の直径よりもやや大きめでシール部材(7)が落下しない程度の直径で、弁座(8)の頭部とシール部材(7)との当接およびガスの流入に支障がないようにテーパを有している。なお、シール部材(7)はアーム(4)に接着しないで固定することができることからバイトンやニトリルゴム等のゴム類、テトラフルオロエチレン、ポリイミド樹脂等の適宜の材料を選択して使用できる。

【0027】そして、入口側フランジ(2)の円筒状のケーシング部(2a)に連なったガス導入管(図示せず)との接続部(2c)には、ガス導入管を介しガス供給源に接続されるようにねじ孔が設けられている。また、出口側フランジ(1)の上面盤(1a)の周囲に凹環状部(1e)が刻設され、この凹環状部(1e)にはリテーナリング(21)とガスケット(22)が埋設されている。そして、弁機構(B)を出口側フランジ(1)の上面盤(1a)に配設し、入口側フランジ(2)の環状部(2b)とを合体させ、ねじで入口側フランジ(2)と、出口側フランジ(1)を一体化させて積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁(A)を組み立てることができるようにしている。出口側フランジ(1)の上面盤(1a)からはガス導出管部(1c)が延長され、ガス注入管との接続部(1d)が設けられている。

【0028】積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁は以上のように構成されているため、電流導入端子を経て端子(5a)、(5b)に印加された直流電圧により積層圧電アクチュエータ(5)が伸長し、この伸長を積層圧電アクチュエータ(5)の円錐状凹部(5e)を介しアーム(4)の円錐状凸部(4a)に伝達し、枢支ピン(3)を支点としてスプリング(6)の時計方向への付勢力に抗して、アーム(4)を反時計方向に回転させシール部材(7)と弁座(8)の頭部との間に間隙を生じさせ、ガスを入口側フランジ(2)から弁座の流出孔(8a)、出口側フランジ(1)のガス導出孔(1b)、ガス導出管部(1c)を経て供給側から設備側に流出させる。この時、積層型圧電素子(5d)がベローズ(5c)内に不活性ガスとともに封入されていることから、積層型圧電素子(5d)とガスとが直接接触せずガスの種類、温度等による積層型圧電素子の印加電圧に対する変位量、発生力等の特性の変化を防止でき、圧電素子の変位量、および、発生力等を一定化することで、安定したガスの流出を確保することができるとともに、積層型圧電素子の残留歪みや積層型圧電素子の高速伸縮による衝撃等により変位を生じた場合でも、発生電圧を遮断することができ、可燃性のガスに着火させる恐れがない。そして、直流電圧の印加を停止すると、積層圧電アクチュエータ(5)が収縮し、スプリング(6)の付勢力によりアーム(4)は時計方向に回転され弁座

(8)の頭部とアームのシール部材(7)とが当接し、ガスの流出が停止される。

【0029】また、ガスがシール部材(7)と弁座(8)の頭部の間隙から流出する際の間隙は、使用する積層圧電アクチュエータ(5)やアーム(4)のてこ比によって相違するが、ガス注入弁やガス制御弁として利用する場合は約数十マイクロメートル( $\mu\text{m}$ )であることから、アーム(4)の下面に設けられたシール部材(7)は押え板(20)から剥離したりずれたりすることなく安定して保持される。

【0030】

【発明の効果】この発明は、以上詳しく説明したように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

(i) 中間部に枢支ピンを有し該枢支ピンを支点として回転可能とされたアームの上面側の一方に積層型圧電素子の作用端部が当接され、アームの上面側の他方に復帰用の弾性力付与手段が当接され、アームの下面側に設けられたシール部材に弁座の頭部が当接されてなり、積層型圧電素子へ電圧を印加することにより積層型圧電素子を伸縮させ、この伸縮を積層型圧電素子の作用端部を介してアームに伝達し、枢支ピンを支点としてアームを回転させ、アームのシール部材と弁座との間に間隙を生じさせることで、この間隙を通しガスを弁座から流出させるようにしてなる積層型圧電素子弁において、不活性ガスを封入する伸縮可能な金属ケース内に積層型圧電素子を収納した積層圧電アクチュエータを具備することから、積層型圧電素子へ直流電圧を印加することにより積層圧電アクチュエータを伸縮させ、該伸縮を積層圧電アクチュエータの作用端部を介してアームに伝達し、枢支ピンを支点としてアームを回転させ、アームのシール部材と弁座との間に間隙を生じさせることで、この間隙を通しガスを弁座から流出させ、また、直流電圧の印加を停止することにより復帰用の弾性力付与手段の付勢力によりアームのシール部材が弁座の頭部を封止しガスの流出を停止することができる。その際に、積層型圧電素子が、不活性ガスを封入する伸縮可能な金属ケース内に収納していることから、積層型圧電素子がガスと直接接触することがなく、ガスの種類、温度等による積層型圧電素子の印加電圧に対する変位量、発生力等の特性を変化を防止でき、圧電素子の変位量、および、発生力等を一定化することで、安定したガスの流出を確保することができる。その際に、積層型圧電素子が、不活性ガスを封入する伸縮可能な金属ケース内に収納していることから、積層型圧電素子がガスと直接接触することがなく、ガスの種類、温度等による積層型圧電素子の印加電圧に対する変位量、発生力等の特性を変化を防止でき、圧電素子の変位量、および、発生力等を一定化することで、安定したガスの流出を確保することができる。可燃性のガスに着火させる恐れがなく安全である。

【0031】また、(ii) 積層圧電アクチュエータの伸縮可能な金属ケースをベローズとし、積層圧電アクチュエータの作用端部にはアームとの当接用錐状凹部を設け、アームには当接用錐状凹部に当接する錐状凸部を設

けることにより、構造が簡単なベローズにより積層型圧電素子が不活性ガス中に封入され、積層型圧電素子の伸縮が支障なく行うことができる。

【0032】また、(iii) シール部材をアームの下面側に設けられた凹部に配設し、弁座の頭部を受け入れる孔が穿設されたシール部材押え板を介しこのシール部材をアームに固定することにより、シール部材をシール押え板により、確實、かつ、堅固にアームに固定することができ、積層型圧電素子の高速伸縮による弁座の頭部とシール部材との高速当接または離間、スプリングの高速応答動作による振動の発生等により、シール部材と弁座の頭部との当接位置がずれたり、または、シール部材が剥離したりし、ガスのシールリークが発生したりすることを阻止し、シール性を向上させることができる。

【0033】また、(iv) 弁座が出側フランジの上面盤(1a)の出側フランジの軸心より偏心した位置に固定することにより、弁座が出口側フランジの上面盤(1a)の出口側フランジの軸心より偏心した位置に固定できることから、積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁全体が小型化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁の一例を示す断面図である。

【図2】図1に示された積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁に用いられる積層圧電アクチュエータの側面図である。

【図3】図1に示された積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁の弁座の断面図である。

【図4】図1に示された積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁のアームの側面図である。

【図5】図1に示された積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁のシール部材押え板の断面図である。

【図6】従来のバイモルフ型圧電素子弁の一例を示す断面図である。

【図7】従来のリフト式積層型圧電素子弁の一例を示す断面図である。

【図8】従来のてこ式積層型圧電素子弁の断面図である。

【図9】てこ式流量制御型圧電素子弁の一例を示す断面図である。

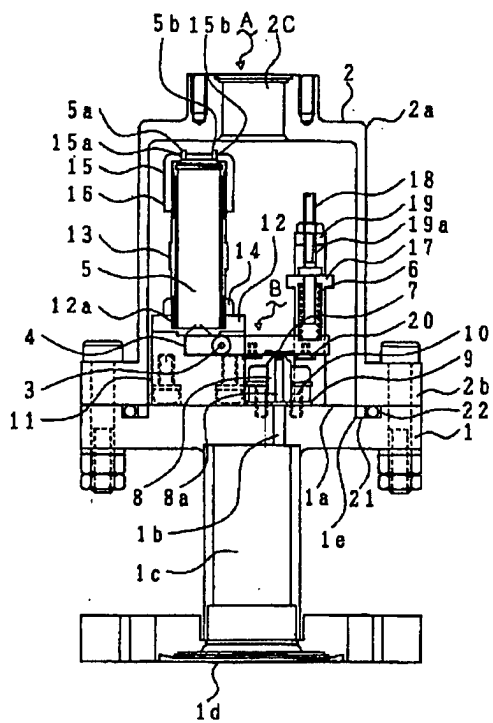
【符号の説明】

- A 積層圧電アクチュエータ型圧電素子弁  
B 弁機構

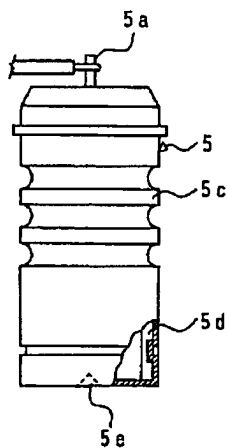
- 1 出側フランジ
- 1 a 上面盤
- 1 b ガス導出孔
- 1 c ガス導出管部
- 1 d 接続部
- 1 e 凹環状部
- 2 入側フランジ
- 2 a ケーシング部
- 2 b 環状部
- 2 c 接続部
- 3 枢支ピン
- 4 アーム
- 4 a 円錐状凸部
- 4 b 円形凹部
- 4 c 凹部
- 5 積層圧電アクチュエータ
- 5 a、5 b 端子
- 5 c ベローズ
- 5 d 積層型圧電素子
- 5 e 円錐状凹部
- 6 スプリング
- 7 シール部材
- 8 弁座
- 8 a ガス流出孔
- 8 b 管状部
- 8 c フランジ部
- 9 レテーナリング
- 10 Oリング
- 11 支持部材
- 12 ブロック
- 12 a 雌ねじ孔
- 13 カバー
- 14 固定ナット
- 15 調整ナット
- 15 a、15 b 端子孔
- 17 バネ押え
- 18 調整ねじ
- 19 バネホルダー
- 19 a 雌ねじ
- 20 押え板
- 20 a 四形孔
- 21 レテーナリング
- 22 ガスケット



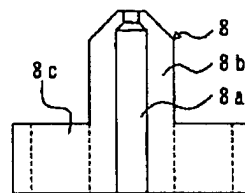
【図1】



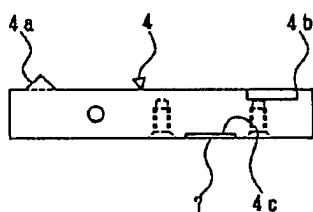
【図2】



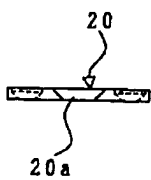
【図3】



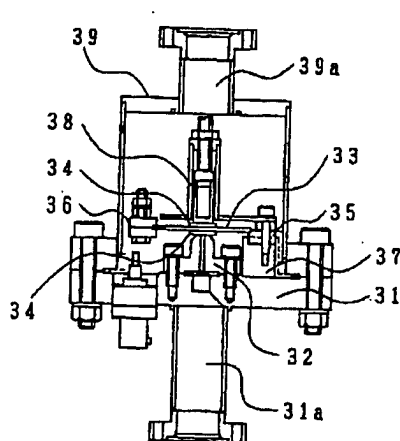
【図4】



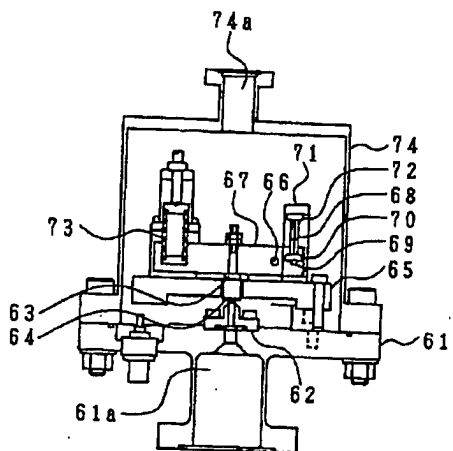
【図5】



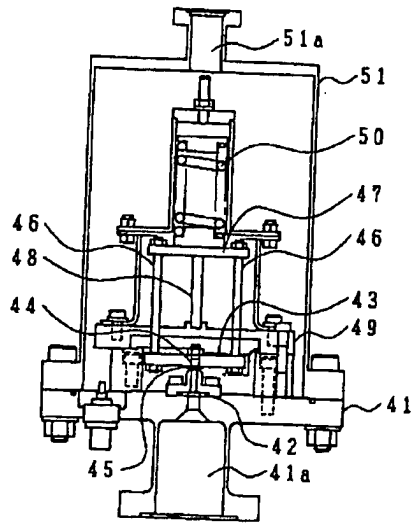
【図6】



【図8】



【図7】



【図9】

